

## Stratégie de discrimination pour le tri des déchets à haute cadence

**Antoine BOURELY, Nicolas GROTUS**

*PELLENC ST, PERTUIS France*

Pellenc ST construit un spectromètre dédié temps réel, dont les longueurs d'onde (LO) sont irrégulièrement espacées et choisies pour optimiser la pertinence des séparations chimiques entre produits. Les produits concernés sont les plastiques, et les cellulosiques (papiers, bois, tissus), qu'on peut rencontrer sales ou humides dans un centre de tri.

La diversification des produits à trier nous amène à concevoir une nouvelle version du spectromètre, capable de différencier de façon optimale un nombre de produits beaucoup plus important que la version d'origine. Le principe est de réorganiser les LO choisies, pour éloigner au mieux les produits pris deux à deux.

Démarche: le concepteur fait le choix dimensionnant des produits à séparer, et acquiert un spectre de référence par produit.

Pour chacun de ces produits, un jeu de LO clés est déterminé par analyse visuelle du spectre : maxima, minima, points d'inflexion, etc... On crée ainsi une collection de LO candidates assez nombreuses.

Une méthode itérative choisit les LO finales en optimisant une fonction de coût globale définie sur l'ensemble des produits à trier.

Cette démarche permet d'interpréter à tout moment la pertinence chimique des choix de LO effectués, et aussi de prendre en compte des contraintes externes et l'expertise métier des concepteurs.

1 PLS-DA : **Partial least squares for discrimination**, *Journal of chemometrics*, 2003 ; 17 :166-173, Matthew Barker and William Rayens.

---

## Application des méthodes de projection multivariées pour la classification et l'optimisation du traitement post-récolte des mangues

**F. Davrieux, T. Nordey, M. Chillet, F. Normand, M. Léchaudel**

*CIRAD, La Réunion*

Pour cette étude 3 récoltes, de 80 mangues chacune, ont été réalisées. L'étude porte sur la variété Cogshall cultivée sur le verger du CIRAD de Bassin Plat, à Saint Pierre, Réunion. Les fruits ont été récoltés au stade « vert mature » correspondant à des fruits dont l'état physiologique est suffisamment avancé pour permettre leur maturation après récolte dans des conditions de conservation ou de mise en marché observées dans les circuits commerciaux actuels. Pour chaque récolte, les valeurs de fluorescence et de densité des fruits ont été mesurées et les fruits présentant des valeurs extrêmes pour ces deux critères ont été écartés (test de Grubbs à 5%). Ainsi 3 lots de fruits homogènes ont été constitués : R1 (n = 55), R2 (n= 53) et R3 (n =53). Les fruits sont ensuite conditionnés pour une conservation et une maturation optimale selon le protocole suivant : 18 jours à 10 °C, puis 4 jours à 20 °C. Les fruits sont sortis des chambres de conditionnement après 22 jours, à un stade fruit « mûr » correspondant au stade de consommation pour cette variété. Les spectres proche infrarouge des fruits ont été enregistrés au stade récolte et au stade « fruit mûr ». Les variances intra et inter lots ont été calculées pour les deux stades du procédé. Des analyses en composantes principales ont été conduites sur les différents couples lot/niveau de procédé. Les distances de Mahalanobis au spectre moyen ont été calculées sur la base des composantes principales. Pour un niveau de risque fixé, une distance critique a été calculée afin de repérer les spectres « hors norme ». Cette approche a permis de définir un espace multidimensionnel des

fruits des lots R1 et R2 en fin de procédé (+22 jours). Les composantes de cet espace ont été introduites comme variables quantitatives dépendantes en regard des données spectrales des mêmes fruits au stade récolte. Les scores ont été modélisés en appliquant la régression PLS. Ensuite, l'équation ainsi développée a été appliquée aux spectres des fruits du lot R3 au stade récolte. Une approche de type « one-class classifier » basée sur la distance de Mahalanobis a permis ensuite de classer ces fruits comme conforme ou non conforme en fonction d'un niveau de confiance fixé.

Les résultats obtenus permettent de conclure :

- Il est possible de construire un espace multidimensionnelle caractéristique de l'homogénéité de lots de fruits ayant subis un procédé de maturation contrôlé.
- Il est possible de développer des modèles prédictifs, à partir des spectres mesurés en début de procédé, des scores des individus pour les dimensions de l'espace en fin de procédé.
- Il est possible d'appliquer le modèle à des échantillons mesurés en début de procédé et de classer de façon prédictive ces échantillons conforme ou non conforme en fin de procédé.

Cette approche permet d'envisager une sélection précoce des échantillons présentant le potentiel (donc l'état physiologique) requis pour correspondre à une qualité donnée après traitement. Cette méthode permet d'orienter le traitement post-récolte des fruits, en retenant les fruits qui pourront être amenés à maturité optimum lors de la mise sur le marché et en orientant les fruits écartés pour transformation en deuxième ou troisième gamme.

C'est une garantie :

- De diminution des pertes,
- D'homogénéisation de la qualité des fruits consommés entiers,
- D'optimisation des procédures post-récolte.

---

## Early detection of the fungal disease "apple scab" using hyperspectral imaging

**Maroua. Nouri\*<sup>1</sup>, Nathalie Gorretta<sup>2</sup>, Pierre Vaysse<sup>1</sup>, Jean-Michel Roger<sup>2</sup>**

1. CTIFL, Interprofessional Technical Center for Fruit and Vegetables, Bergerac, France;
2. Research group Itap, Irstea, Montpellier, France

**Abstract:** Apple scab (ascomycete *Venturia Inaequalis*) is the main cause of stress and fruit losses in apple orchards. Its treatment is most often based on repeated fungicide applications, which is a costly and time consuming approach (Delalieux et al., 2005). In this context, early, accurate and non-destructive detection of apple scab infection would be an efficient solution to optimize the management of the fruit disease, reducing fungicide applications while maintaining crop quality (Mahlein et al., 2012a).

Our study aims at exploring the potential of hyperspectral imaging for early detection of apple scab in leave. The objective of the disease management approach is to detect the presence of the fungus a few days after the infection. Close range hyperspectral images of healthy and infected leaves were acquired daily under laboratory conditions from 2 days after inoculation to 11 days after inoculation using a push-broom HySpex SWIR camera from 960 nm to 2490 nm. Chemometric tools were used to analyze the evolution of the disease on the leaves, observing the process backwards for each leave, from last stages of infection until early stages. Partial Least Squares Discriminant Analysis (PLSDA) was used as classification technique between the two classes: Infected and healthy.

Results suggest that good predictability can be achieved when classifying infected leaf area based on hyperspectral data using PLSDA and demonstrates that hyperspectral imaging offers high potential as a non-invasive detection tool of apple scab infection.